



APLICAÇÕES EM MEDICINA DENTÁRIA DA TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA DE FEIXE CÓNICO

Joana Maria Cavadas da Rocha

Orientador:

Professor Doutor José Albino Teixeira Koch

Professor Associado da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Porto, 2013

Tese de Mestrado Integrado proposta por:

JOANA MARIA CAVADAS DA ROCHA

Estudante de Mestrado Integrado em Medicina Dentária na FMDUP

(e-mail de contato : joanacavadas@hotmail.com)

Dissertação submetida no âmbito da Unidade Curricular Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica inserida no Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto.

Sob orientação de

José Albino Teixeira Koch

Professor Associado da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Porto, 2013

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Teixeira Koch pela sua disponibilidade e pelo seu incentivo. Um contributo essencial para a realização deste trabalho.

À minha família pelo apoio incondicional.

Índice de abreviaturas

3D = a 3 dimensões

ATM = articulação temporomandibular

TCFC = Tomografia Computorizada de Feixe Cónico

Índice

Resumo.....	1
Abstract.....	2
Introdução.....	3
Material e Métodos.....	7
Funcionamento da TCFC.....	8
Áreas de aplicação:	
Ortodontia.....	12
Implantologia.....	14
Periodontologia.....	16
Endodontia	17
Cirurgia.....	19
Oclusão.....	20
Dentisteria.....	21
Discussão.....	22
Conclusões.....	24
Referências Bibliográficas.....	25

Resumo

Introdução: A tomografia computadorizada de feixe cónico é um sistema que permite visualizar tridimensionalmente os tecidos duros das regiões da cabeça e do pescoço. Disponível no mercado europeu há 15 anos, a sua utilização e disseminação tem aumentado de frequência nos últimos anos. Como o exame radiográfico é uma ferramenta fulcral para o diagnóstico em Medicina Dentária, avaliar a evolução da tecnologia radiográfica permite melhorar os cuidados prestados em consultório. As vantagens desta técnica em relação à convencional incluem a possibilidade de visualização em vários cortes, melhor qualidade de imagem e menor dose de radiação. Permite ainda efectuar medições precisas. Apresenta como desvantagens o elevado custo e a existência de “ruído”.

Material e métodos: A pesquisa foi efectuada com recurso aos motores de busca: Pubmed, ScienceDirect, Highwire, Blackwell e Scielo. Foram pesquisados artigos publicados entre 1998 e 2013.

Objetivos: Este artigo visa efectuar uma revisão sobre o funcionamento da tomografia computadorizada de feixe cónico, bem como das suas vantagens e desvantagens e suas áreas de aplicação em Medicina Dentária.

Conclusões: A tomografia computadorizada de feixe cónico apresenta várias vantagens em relação à tomografia convencional. Espera-se que a tomografia computadorizada de feixe cónico evolua no sentido de colmatar as suas falhas e aumentar as suas potencialidades. A redução do custo do aparelho poderá generalizar a utilização deste sistema. É relevante formar o Médico Dentista para que possa optimizar o aproveitamento do equipamento.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada de feixe cónico, imagiologia dentária, imagiologia 3D, radiografia oral e maxilofacial, morfologia crânio-facial

Abstract

Introduction: The cone beam computed tomography is a three-dimensional system that allows viewing the hard tissue of the head and neck. Available in the European market for 15 years, its use has spread and increased frequency in recent years. As the radiographic examination is a central tool for the diagnosis in Dentistry, evaluating the evolution of technology allows radiographic improve care at the clinic. The advantages of this technique compared to the conventional include the ability to view several cuts, better image quality and lower radiation dose. It also allows to take precise measurements. It presents disadvantages as the high cost and the existence of noise.

Methods: The research was conducted using the search engines: Pubmed, ScienceDirect, Highwire, Blackwell and Scielo. There were researched articles published between 1998 and 2013.

Aims: This paper aims to conduct a review on the functioning of cone beam computed tomography, as well as their advantages and disadvantages and their application areas in dentistry.

Conclusions: Cone-beam computed tomography presents several advantages over conventional computed tomography. It is expected that the cone beam computed tomography will evolve to solve their flaws and enhance their potential. Reducing the cost of the device can generalize the use of this system. It is important to train the dentist so that you can optimize the use of the equipment.

Keywords: cone beam computed tomography, dental imaging, 3D imaging, oral and maxillofacial radiography, craniofacial morphology

Introdução

O exame radiográfico é uma ferramenta essencial para o diagnóstico em Medicina Dentária. Sendo a radiologia uma área em permanente desenvolvimento é pertinente avaliar o rumo que a evolução da tecnologia toma, no sentido de melhorar os cuidados de saúde prestados em consultório.

A introdução da radiografia panorâmica nos anos 60 e a sua disseminação nos anos subsequentes representou um grande progresso na radiologia oral ao permitir obter numa única imagem uma imagem da mandíbula, da maxila e estruturas maxilofaciais.⁽¹⁾ Atualmente, os métodos radiológicos utilizados em clínica continuam a incidir sobretudo em tecnologia que permite a obtenção de imagens em 2 dimensões, com claras limitações que incluem distorções, sobreposições e representações inexatas de estruturas ósseas e dentárias.⁽²⁾ A divulgação de aparelhos com capacidade de obter informação anatómica da cabeça em 3 dimensões representaria uma forma fidedigna de colmatar as falhas dos métodos radiológicos de 2 dimensões.

Na vanguarda da radiologia 3D em Medicina Dentária encontra-se a tomografia computadorizada de feixe cónico (TCFC) que também pode ser designada por tomografia volumétrica, tendo sido introduzida no mercado europeu em 1998 ⁽³⁾. Este exame é específico para a cabeça e pescoço⁽⁴⁾ permitindo uma visualização 3D da cavidade oral e do complexo maxilofacial a partir de qualquer plano ⁽⁵⁾. A TCFC permite, de acordo com os requisitos clínicos, seleccionar a área de interesse.⁽⁶⁾

Durante a última década esta tecnologia tem evoluído tendo surgido diversas marcas de aparelhos no mercado com algumas nuances de funcionamento entre si ⁽⁵⁾.

Relativamente ao modo de funcionamento o paciente pode ser posicionado em pé, sentado ou deitado^(7, 8). O aparelho possui uma fonte ou tubo de raios x, que emite um feixe em forma de cone e um detetor de raios x. ^(8, 9) O conjunto fonte/detetor pode girar em torno do paciente entre 180 a 360 graus^(2, 8), dependendo do modelo do aparelho. O tamanho do feixe pode ser colimado para o tamanho do sensor ou para o tamanho da área anatómica de interesse ⁽³⁾. Logo é possível limitar a radiação a uma determinada área de uma forma precisa e específica ⁽²⁾.

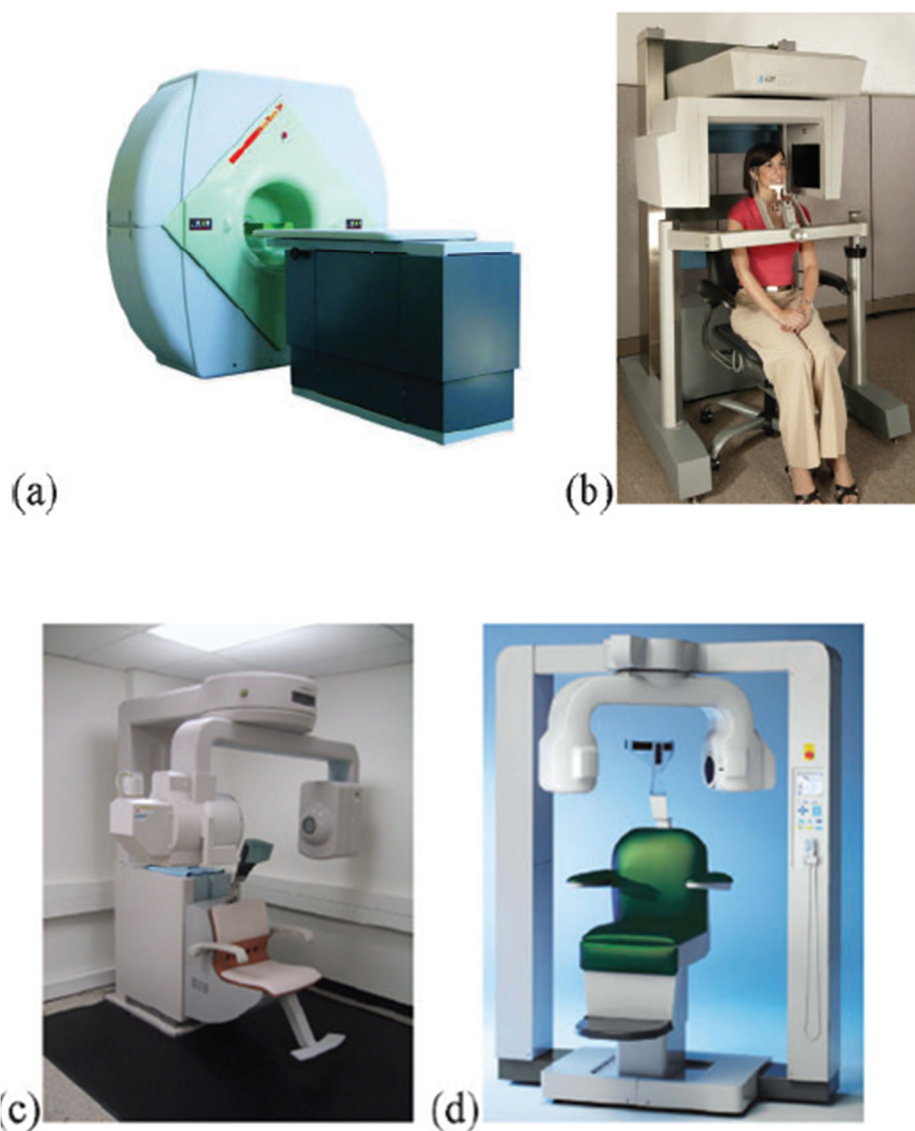


Figura 1- diferentes modelos do aparelho de tomografia computadorizada de feixe cônico: (a) NewTom 3G ® (Quantitative Radiology, Itália), (b) i-CAT ® (Imaging Sciences International, EUA), (c) CB MercuRay® (Hitachi Medical Corporation, Japão), (d) 3D Accuitomo ® (J Morita Mfg Corp, Japão)

A produção de imagem na tomografia computadorizada de feixe cônico é sequencial em vários planos, sendo determinada por 4 componentes: aquisição mecânica e configuração geométrica, detecção, reconstrução e exposição da imagem^(1, 2).

No final do exame um software específico reconstrói a sequência de imagens base obtendo-se no final uma imagem volumétrica em 3D. A reconstrução da imagem pode ser feita com apenas uma sequência de rotação do gantry.⁽¹⁾ Adicionalmente à reconstrução 3 D

este método permite a visualização de imagens axiais, coronais, sagitais e oblíquas e imagens bidimensionais.⁽⁹⁾ O software pode reconstruir até 512 cortes axiais.^(4, 5) É possível ainda transformar uma imagem 3D em imagens a duas dimensões.⁽⁴⁾

O tempo que o exame requer é variável de acordo com o modelo do aparelho. Em alguns modelos o tempo de exposição aos raios x varia entre 3 a 6 segundos, ainda que o tempo do exame seja de 10 a 70 segundos.^(4, 9) Os programas que executam a reconstrução computadorizada das imagens podem ser instalados em computadores convencionais.⁽⁹⁾ A unidade de volume utilizada é o vóxel. Este é isométrico, sendo que cada lado apresenta uma dimensão submilimétrica (0,625mm²), o que resulta numa boa resolução.⁽²⁾

A tomografia computadorizada de feixe cónico necessita de uma menor dose de radiação do que a necessária para tomografia computadorizada convencional e permite decisões de planeamento de tratamento mais precisas.⁽⁵⁾ Por outro lado a quantidade de radiação que utiliza é equivalente à radiação necessária para realização 4 a 15 radiografias panorâmicas.⁽²⁾ É de ressaltar que esta técnica permite que o clínico efetue medições precisas em qualquer plano.⁽⁵⁾

Algumas desvantagens desta técnica incluem a existência de “ruído”, visto que o recetor recebe informação não uniforme da radiação espalhada em várias direções.⁽⁵⁾ Ao atravessar objectos densos a radiação é atenuada afetando a qualidade da imagem. A imagem pode ainda ser prejudicada pelo movimento do paciente durante o scanning.⁽⁵⁾ A diminuição da densidade óssea associada à idade prejudica igualmente a qualidade da imagem.⁽⁴⁾

O custo do aparelho permanece elevado encontrando-se entre cerca de 115000 a 230000 euros, dificultando a disseminação desta tecnologia pois representa um dos principais contras para a aquisição do aparelho.⁽⁵⁾

Aponta-se ainda como falha a falta de formação do profissional de saúde para a manipulação do aparelho e interpretação dos resultados deste exame.^(2, 5)

Este exame foi inicialmente utilizado principalmente no diagnóstico de patologia da articulação temporomandibular e no planeamento de cirurgias maxilofaciais.⁽²⁾ Atualmente têm-se verificado mais valias da tomografia computadorizada de feixe cónico nas várias valências da Medicina Dentária. Esta técnica, ao fornecer informação anatómica pormenorizada, representa uma aplicação promissora em ortodontia.⁽¹⁰⁾ Em implantologia a

relevância desta técnica para o planejamento pré-cirúrgico é também exaltada.^(6, 11) Em endodontia esta técnica é de grande auxílio, por exemplo, no fornecimento de informação sobre a morfologia de canais, fraturas de raiz ou análise de lesões de reabsorção.⁽⁷⁾ Em periodontologia este exame é mais eficaz e sensível para a avaliação da densidade óssea na doença periodontal do que os resultados obtidos através de sondagem e radiografia bitewing.⁽²⁾

Material e métodos

Foi realizada uma pesquisa nas bases de dados Pubmed, ScienceDirect, Highwire, Blackwell e Scielo, via rede de acesso da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto. Definiu-se um limite temporal delimitado entre o ano de 1998 até à atualidade.

As palavras-chave usadas na pesquisa foram: dental, cone-beam, ct, orthodontics, implantology, endodontics, dentistry, periodontology, dental imaging, 3D imaging, oral and maxillofacial radiography e craniofacial morphology. As palavras-chave deveriam estar contidas no título ou abstract ou nas palavras-chave do artigo.

Foram selecionados artigos com versão integral disponível, nas línguas portuguesa e inglesa, com informação pertinente e atual sobre o tema.

1. Funcionamento da Tomografia Computorizada de Feixe Cônico

1.1 Aquisição de Dados

Em sistemas de tomografia computadorizada de feixe cônico o feixe de raios X forma uma geometria cônica entre a fonte (vértice) e o detetor (base), por oposição à geometria do feixe de “leque” convencional, que restringe o colimador do feixe de raios X para aproximadamente geometria 2D.⁽¹²⁾

Em sistemas de TCFC, utilizando um detetor de painel plano 2D, no entanto, um conjunto de dados volumétricos pode ser adquirido com uma única rotação da gantry.^(1, 12)

No posicionamento do paciente um estudo demonstra a utilidade de um dispositivo de alinhamento, na delimitação da área a examinar.⁽¹³⁾

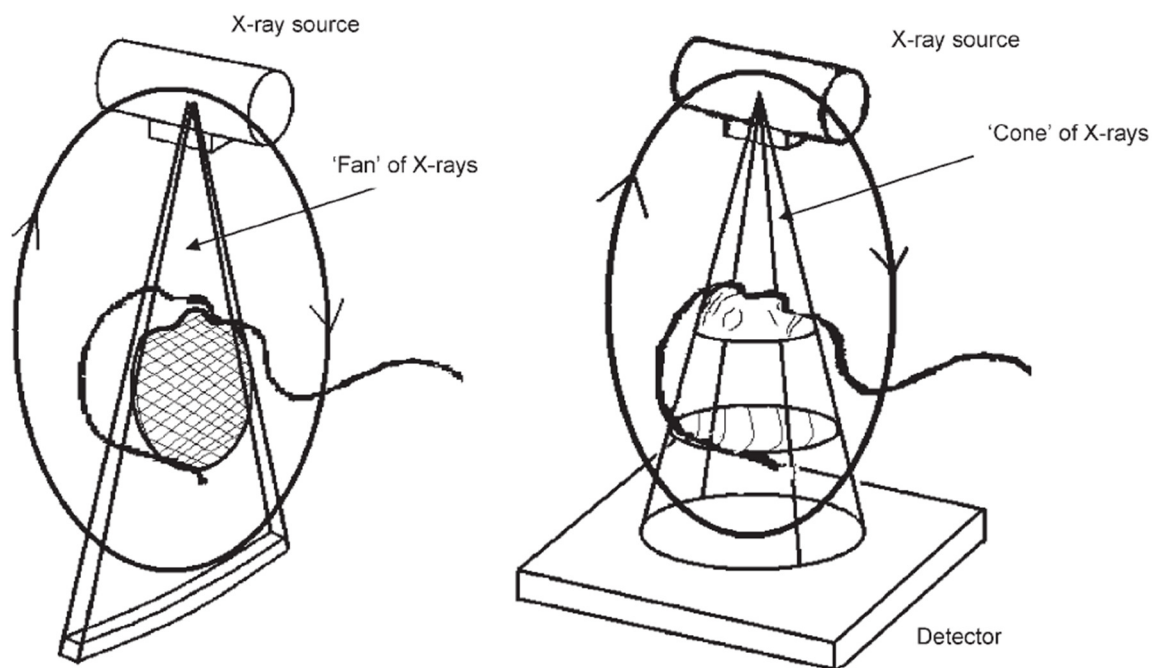


Figura 2 - representação da técnica de captura de imagem da tomografia computadorizada e da tomografia computadorizada de feixe cônico⁽¹⁴⁾

1.2 Detetor de painel plano

Os detetores de painel planos digitais permitem a conversão direta de energia raios x num sinal digital com uma elevada resolução espacial. O detetor de painel plano consiste numa tela de cristais “cintiladores” transformados numa matriz de fotodíodos incorporada numa camada sólida e amorfa de silicone ou selénio.⁽¹²⁾

Os raios X incidentes são fotoquimicamente convertidos em luz pelo filme “cintilador” e transmitidos diretamente para o agrupamento de fotodíodos, onde o sinal de intensidade carga é armazenado. Os transistores de película fina retransmitem um sinal cuja intensidade do sinal é proporcional à carga armazenada no agrupamento de fotodíodos.⁽¹²⁾

Os cintiladores de iodeto de cézio produzem uma resolução espacial superior devido à estrutura colunar microscópica do seu substrato, que serve essencialmente como um condutor de fibra ótica para a intensidade do sinal a ser transmitido para o fotodíodo.⁽¹²⁾

Estudos concluem que o detetor de painel plano oferece maior precisão na imagiologia maxilar.⁽⁶⁾

1.3 Qualidade de imagem

A qualidade da imagem é dependente de várias variáveis que incluem: ruído “quantum”, resolução espacial, resolução de contraste e um detetor de eficiência quântica. A qualidade geral da imagem é principalmente determinada pelo ruído visto que este é um determinante principal de contraste de resolução e, em menor extensão da resolução espacial. O ruído quântico resulta em função da dose, transmissividade de tecidos, e tamanho do vóxel. Os artefactos constituem também um obstáculo á qualidade da imagem.⁽¹²⁾ Deve ser dada relevância ao tamanho do vóxel. Um estudo sobre reabsorção externa da raiz de um dente demonstrou que o diagnóstico da patologia é mais facilmente alcançado quando um tamanho de vóxel mais pequeno é utilizado.⁽¹⁵⁾ Há que considerar ainda que, independentemente do tipo de exame, fatores como o aumento do tempo de exposição e do campo do exame conduzem inexoravelmente ao aumento da dose de radiação.⁽¹⁶⁾

A imagem obtida por TCFC com tecnologia de detector de painel plano oferece uma excelente resolução espacial a partir de uma dose de radiação baixa. Todavia, a resolução de contraste é prejudicada pela dispersão de raios x.⁽¹²⁾

1.4 Radiação dispersa

A dispersão de energia é um dos problemas principais da tomografia computadorizada de feixe cônico. A radiação dispersa refere-se à dispersão radiação de baixa energia que está fora do eixo e é gerada no paciente durante a aquisição de imagem.⁽¹²⁾ Na TCFC o aumento da dispersão amplifica a dose de radiação do paciente e concorre para a redução da resolução de contraste e para o aumento do ruído.⁽¹²⁾

Têm sido estudadas várias abordagens para a redução de dispersão. As abordagens mais básicas para redução de dispersão são a minimização do campo de visão e a colimação e modulação do feixe de raios x. É importante selecionar um campo de visão o mais pequeno possível enquanto continue a fornecer cobertura adequada do tecido alvo.⁽¹²⁾

1.5 Colimação e de filtração da fonte

Os métodos diretos de redução de dispersão incluem filtração na fonte dos raios x, colimação do feixe e filtração de compensação. A filtração na fonte pode ser obtida através da aplicação de um filtro de alumínio para eliminar fótons de baixa energia uniformemente a partir do feixe de raios x. O feixe de colimação elimina fótons fora do campo de visão.⁽¹²⁾

1.6 Filtração de compensação

O filtro “bow-tie” ou em cunha é o filtro de compensação utilizado na tomografia computadorizada de feixe cônico. Este filtro modula o perfil do feixe ao aumentar a densidade de fótons no centro do cone e reduzindo a sua densidade na periferia.⁽¹²⁾

Apesar da dispersão pode ser reduzida com filtros “bow-tie” essa redução pode implicar um menor eficiência do detector.

A filtração de compensação e outros métodos de redução de dispersão na fonte têm a vantagem de reduzir a dose no paciente.⁽¹²⁾

1.7 Grelhas anti dispersão

As grelhas anti dispersão representam um método alternativo direto de redução de dispersão. Uma grade de folhas de chumbo é colocada sobre o detetor, para absorver preferencialmente radiação fora do eixo. NA TCFC as folhas de chumbo são dispostos segundo um padrão radial centrado no ponto focal do detetor de painel plano. A utilização destas grelhas apresenta resultados inconclusivos.⁽¹²⁾

A utilização destas grelhas apenas se justifica em caso de alta dispersão visto que melhoram pouco o contraste e a qualidade da imagem. O recurso a estas grelhas implica o aumento da dose ou redução da resolução espacial para compensar o ruído que as grelhas anti dispersão acarretam.⁽¹²⁾ Ainda que a dose de radiação da TCFC seja inferior à da tomografia convencional é ainda superior a outros métodos radiológicos, o que implica ter que justificar a técnica antes de a utilizar.⁽¹⁷⁾ Logo, o aumento da dose na TCFC é altamente questionável.

2. Áreas de aplicação:

2.1 Ortodontia

A introdução da tomografia computadorizada de feixe cônico na clínica dentária permitiu o alargamento e melhoria das capacidades de diagnóstico e prognóstico em Ortodontia. A Ortodontia é uma área em que a obtenção de registo em 3 dimensões se torna mais crítica. Os pacientes são cada vez mais exigentes, têm expectativas elevadas e os tratamentos são cada vez mais elaborados. A TCFC é cada vez mais utilizada nos planeamentos ortodônticos e ortodôntico cirúrgicos, visto permitir o acesso a áreas cranianas e faciais de difícil acesso.

A TCFC permite a visualização sem distorções da dentição revelando detalhes individuais da morfologia dentária, abarcando características intrínsecas de raízes dentárias; dentes ausentes, supranumerários e anómalos, bem como a orientação espacial em 3-D dos dentes e raízes.⁽¹⁰⁾

Em Ortodontia a aplicação da TCFC permite a avaliação da espessura do osso palatino, dos padrões de crescimento do esqueleto, fazer uma estimativa da idade dentária, avaliação das vias aéreas superiores, e visualização de dentes inclusos.^(4, 18) No caso dos dentes inclusos permite avaliar o seu posicionamento tridimensional bem como a sua relação com os dentes e estruturas adjacentes e em específico no caso de caninos inclusos permite medir o grau de reabsorção radicular nos dentes adjacentes. A TCFC permite ainda a análise quantitativa e qualitativa do osso alveolar para colocação de miniimplantes de ancoragem ortodôntica, bem como pode servir de guia cirúrgica para a colocação dos mesmos.⁽⁴⁾ O recurso à TCFC permite também a classificação do tipo de reabsorção radicular e em dentes com múltiplas raízes a localização específica da reabsorção a uma raiz particular.⁽¹⁰⁾

A TCFC permite a visualização das tábuas ósseas e da remodelação pós movimentação dentária, sendo uma opção exata como recurso para a medição do diâmetro mesiodistal de dentes permanentes não erupcionados.^(4, 9, 19) É preciso ter em atenção que alguns dos métodos radiográficos tradicionais apresentam limitações no estudo dos limites da movimentação dos dentes. Por exemplo, algumas lesões radiopacas podem não ser visíveis de imediato na radiografia panorâmica e podem impossibilitar a movimentação dos dentes.⁽¹⁰⁾

Alguns estudos indicam que, apesar dos resultados positivos obtidos pela TCFC, a técnica de tomografia convencional forneça uma qualidade de imagem superior dos dentes e estruturas adjacentes, mais adequada para o planejamento ortodôntico.⁽¹⁸⁾

A exatidão das medições dentárias de overjet, overbite e comprimento do arco obtidas através de modelos virtuais criados em TCFC é comparável com a de outros modelos de estudo digitais produzidos a partir de impressões.⁽¹⁰⁾

A TCF poderá ainda ter como aplicação o estudo das vias aéreas⁽¹⁴⁾, que apresenta relevância pelas implicações que alterações das vias aéreas apresentam nas mal-oclusões.⁽¹⁰⁾

O estudo cefalométrico feito mediante a reconstrução TCFC apresenta como vantagem a possibilidade de reorientar digitalmente a posição da cabeça, caso o scanning tenha sido feito em posição incorreta. É ainda possível melhorar a qualidade de imagem ao remover estruturas irrelevantes para a medição cefalométrica e criar imagens separadas dos lados direito e esquerdo para avaliação de assimetrias.⁽¹⁰⁾

2.2 Implantologia

A tomada de decisão na localização, número e tamanho dos implantes a colocar deve ser tomada após a obtenção de informação fidedigna através de uma avaliação radiológica exaustiva e abrangente.⁽⁶⁾

A tomografia convencional e a tomografia computadorizada são os exames mais utilizados no planeamento pré-cirúrgico. Contudo a tomografia convencional linear apresenta como desvantagem a sobreposição de artefatos e a tomografia computadorizada apresenta como desvantagens uma exposição à radiação relativamente alta bem como um custo elevado.⁽¹⁸⁾

Atendendo à reduzida dosagem de radiação da TCFC em relação à Tomografia Computorizada⁽⁶⁾, bem como a sua crescente disponibilidade, o recurso da TCFC no planeamento pré-cirúrgico na colocação de implantes é cada vez mais comum.⁽¹⁸⁾ Contudo em relação à radiação é preciso levar em linha de conta que protocolos com diminuição da dose de radiação podem conduzir ao aumento de imagens de qualidade insuficiente para a obtenção de medidas exatas.⁽²⁰⁾ Logo, a utilização de um protocolo de baixa radiação pode comprometer os dados necessários ao planeamento cirúrgico. Existe contudo a possibilidade de utilização de protocolos com diminuição de radiação mantendo o valor de diagnóstico.⁽²¹⁾ Estudos indicam que o uso da TCFC está associado a erros de medição significativos, indiciando uma dependência da capacidade do operador manusear o aparelho para a obtenção de medidas exatas.⁽²²⁾

As imagens obtidas por TCFC melhoram o conhecimento do implantologista sobre a área anatómica de interesse no sentido em que reproduzem a morfologia mandibular e do osso alveolar e permitem ainda a visualização de estruturas anatómicas de interesse como o caso dos seios maxilares, canal incisivo, canal mandibular e buraco mentoniano.^(18, 23) Estas imagens são consideradas como possuindo uma alta resolução espacial.⁽²³⁾

Um dos parâmetros cruciais incluídos no planeamento pré-cirúrgico para a colocação de implantes é a medição da densidade óssea. As imagens 3D obtidas através da TCFC permitem verificar a existência de patologia e auxiliam na medição do volume ósseo, possibilitando a obtenção de medidas exatas. Pelas razões expostas anteriormente tornam a cirurgia mais segura e eficaz.⁽⁴⁾

Considerando como modelo o planeamento pré-operatório da colocação de implantes, demonstrou-se que o erro em medições lineares é menor quando estas são efectuadas a partir da TCFC do que quando obtidas através da tomografia convencional.⁽²⁰⁾

A localização da área anatómica de interesse pode impossibilitar a produção de imagens que permitam obter medições exatas, com um único scan. O recurso ao TCFC permite colmatar esta falha, permitindo obter cortes em planos arbitrários para melhor orientação da região de interesse.⁽²⁰⁾

A evolução da TCFC poderá acarretar melhoria da qualidade de imagem e redução da dose de radiação, bem como o aperfeiçoamento do software, abarcando a utilização de software específico para o planeamento pré-cirúrgico em Implantologia.⁽⁶⁾

As imagens obtidas na TCFC podem ser utilizadas para explicar o tratamento.⁽⁴⁾ O plano de tratamento ideal pode ser acordado por uma equipa multidisciplinar⁽¹¹⁾, levando em linha de conta que o uso de modelos virtuais como o obtido por TCFC permite a partilha de dados.

Visto o elevado custo associado à Implantologia, o elevado custo associado ao planeamento pré-cirúrgico com recurso a TCFC justifica-se atendendo ao aumento de segurança e previsibilidade dos implantes dentários. A utilização da TCFC diminui a possibilidade do Médico Dentista atingir involuntariamente estruturas anatómicas adjacentes à trajectória ideal do implante.⁽²³⁾

Limitar o exame à área de interesse permite diminuir a dose de radiação.⁽¹¹⁾

2.3 Periodontologia

As aplicações iniciais da TCFC em periodontologia incidiram sobre o diagnóstico e avaliação do tratamento da periodontite.^(18, 24) A TCFC pode ser utilizada na visualização das alterações do osso ao longo do tempo.⁽⁴⁾

A TCFC pode ser utilizada em periodontologia como método fiável na reconstrução tridimensional de defeitos periodontais intra ósseos, de defeitos de fenestração, deiscências e envolvimento da furca da raiz.^(18, 24) A sua sensibilidade na detecção de lesões periodontais é 2 a 3 vezes maior relativamente aos raios x convencionais.⁽⁴⁾ Os resultados obtidos através da TCFC foram considerados tão exatos quanto medições diretas usando uma sonda periodontal.⁽²⁴⁾

Apesar da boa visualização dos defeitos ósseos periodontais com TCFC, a radiografia convencional ainda possui maior qualidade de contraste ósseo e delimitação da lâmina dura.⁽¹⁸⁾ A visualização do ligamento periodontal bem como do seu espaço através da TCFC em relação à da radiografia convencional obtém resultados mistos⁽²⁴⁾, ainda que um estudo recente indique a visualização do ligamento através da TCFC seja inferior à da radiografia convencional.⁽¹⁸⁾

A TCFC permite examinar o interior do osso, identificar e medir as densidades em pequenas áreas localizadas, como por exemplo, um enxerto ósseo alveolar.⁽²⁴⁾

A TCFC difere da radiografia periapical na detecção da altura da crista alveolar mas apresentam valores semelhantes da profundidade e da largura dos defeitos ósseos.⁽²⁵⁾

Atendendo a que as radiografias periapicais implicam doses mais baixas de radiação para o paciente e são menos dispendiosas encontram-se indicadas para os casos periodontais mais simples. O recurso à TCFC estará justificado no planeamento cirúrgico periodontal dos pacientes com doença periodontal grave, como por exemplo periodontite agressiva.⁽²⁵⁾

2.4 Endodontia

As aplicações da TCFC em endodontia incluem o planeamento cirúrgico perirradicular, a avaliação da patologia periapical e de trauma dentoalveolar.⁽¹⁸⁾

A TCFC é de grande auxílio no planeamento pré-cirúrgico, identificação da morfologia e anatomia dos canais, avaliação de fraturas e trauma na raiz e na análise de reabsorção radicular externa e interna e reabsorção cervical.^(7, 8)

A TCFC permite a obtenção de medidas exatas de cada raiz e das estruturas adjacentes.⁽⁷⁾ Em casos em que a tomografia convencional apresenta resultados inconclusivos a TCFC é de grande valor na deteção de morfologia anómala do canal radicular, sem causar dano.^(26, 27)

A TCFC pode ser utilizada na determinação da natureza da lesão perirradicular, permitindo detetar a diferença entre quistos e granulomas ou outro tipo de lesões.^(4, 7) A TCFC permite a deteção da doença periapical mais precocemente ao permitir a identificação de pequenas lesões periapicais.^(4, 7) Esta deteção precoce melhora potencialmente o resultado do tratamento.⁽⁸⁾

Este exame permite um planeamento mais preciso, determinando a espessura da cortical, presença de fenestrações ósseas, inclinação das raízes e dentes.^(4, 8) A TCFC pode deste modo auxiliar o tratamento endodôntico cirúrgico.⁽⁸⁾

Em locais onde o paciente se queixa e não se observam sinais a TCFC permite detetar patologia não diagnosticada, determinando um prognóstico mais objetivo e preciso.⁽⁴⁾

A TCFC é apresentada em relação à radiografia periapical como tendo vantagens na caracterização de lesões periapicais radiotranslúcidas, sendo confiável na determinação de lesão na proximidade do seio maxilar, envolvimento da membrana do seio e localização da lesão em relação ao canal mandibular.⁽¹⁸⁾

O não diagnóstico da presença de fraturas horizontais da raiz afeta negativamente o prognóstico em dentes que sofreram trauma. A TCFC demonstrou ser mais sensível na deteção de fraturas horizontais da raiz do que o recurso a múltiplas radiografias periapicais.⁽⁸⁾ Ainda que a TCFC seja mais sensível na detecção de fraturas, é de realçar que a presença de restaurações nos dentes possa diminuir a sensibilidade do exame.⁽²⁸⁾ Por outro lado, ao

permitir uma detecção precoce de fratura, a TCFC pode fundamentar e acelerar um plano de tratamento alternativo como por exemplo extração do dente e colocação de implante, evitando perda adicional de osso.⁽²⁹⁾ Um estudo indica que, em relação à detecção de fraturas verticais, não existem diferenças significativas entre a TCFC e a radiografia intra oral, ainda que o estudo seja contestável em alguns pontos.⁽³⁰⁾

A principal vantagem da TCFC é a eliminação da sobreposição de estruturas anatómicas como por exemplo das corticais. Estas vantagens permitem garantir a identificação dos canais radiculares,⁽⁷⁾ permitindo a detecção de canais não visíveis ou acessórios.

2.5 Cirurgia

A TCFC é de grande auxílio no planeamento de cirurgia de dentes inclusos. As imagens obtidas por TCFC permitem avaliar a relação entre o dente incluído e estruturas adjacentes, resultando numa maior precisão na eleição do local de acesso cirúrgico.⁽⁴⁾ Estudos indicam que a TCFC melhora o diagnóstico de caninos inclusos, bem como a quantificação da consequente reabsorção radicular dos incisivos adjacentes.⁽³¹⁾

A TCFC é aconselhada na eventualidade de uma relação próxima do 3º molar inferior com o canal mandibular.⁽⁴⁾

A TCFC é de grande utilidade para o diagnóstico de anormalidades dentárias, tumores ou infecções com envolvimento do tecido duro, fornecendo informação adicional sobre o conteúdo da lesão. Apresenta contudo limitações no estudo de tecidos moles.⁽³²⁾

Um estudo concluiu que a TCFC apresenta melhores resultados do que a radiografia panorâmica no diagnóstico de tumores odontogénicos queratocísticos. Para além disso como fornece informações mais detalhadas sobre os bordos da lesão e a sua relação com estruturas anatómicas adjacentes a TCFC é uma grande mais valia no planeamento cirúrgico.⁽³²⁾

O recurso à TCFC encontra-se recomendado no planeamento de cirurgia apical em molares inferiores, visto obter-se uma melhor discriminação da anatomia do canal radicular.⁽³³⁾

Em casos de reimplantação de dentes a TCFC mostrou ser uma mais valia na deteção de reabsorção radicular e anquilose e na avaliação da regeneração óssea nas superfícies vestibular e lingual da raiz. Nestes casos a radiografia convencional poderia falhar ao existir sobreposição entre estruturas vestibulares e linguais.⁽³⁴⁾

Recentemente tem-se estudado a utilização da sialografia com TCFC e da sua superioridade face à sialografia convencional. Estudos demonstram que a sialografia através da TCFC é aconselhável em casos em que existe obstrução das glândulas salivares.⁽³⁵⁾

2.6 Oclusão

A imagem radiográfica da articulação temporomandibular (ATM) obtida pelos meios radiográficos convencionais: ressonância magnética e tomografia computadorizada é de elevada relevância no diagnóstico de patologias tais como, alterações degenerativas e anquilose, má oclusão e malformações congénitas e de desenvolvimento.⁽¹⁸⁾

O menor custo da TCFC em relação à TC médica, bem como a baixa radiação emitida pela TCFC e a possibilidade de obtenção de inúmeros cortes da ATM representam vantagens que a TCFC possui em relação à TC médica e que podem conduzir à crescente utilização da TCFC.⁽⁴⁾

Estudos indicam a superioridade da TCFC em relação à tomografia computadorizada na visualização de alterações ósseas da ATM, analisando cortes laterais isoladamente e combinando cortes coronais e laterais.⁽³⁶⁾ A TCFC é, pois, a modalidade de eleição para o estudo da componente óssea da ATM, ainda que em relação aos tecidos moles a ressonância magnética continue a ser o exame de eleição.⁽³⁷⁾

Os estudos existentes sobre as aplicações da TCFC no estudo da ATM são ainda em número insuficiente para que se possam obter elações, apesar dos resultados iniciais serem promissores.⁽¹⁸⁾

2.7 Dentisteria

Um estudo de comparação entre dois aparelhos de TCFC (3G NewTom® (Quantitative Radiology, Itália), e 3DX Accuitomo® (J Morita Mfg Corp, Japão)) e métodos de radiografia convencionais concluiu que todos os sistemas não conseguiram detetar as lesões do esmalte mais pequenas.⁽³⁸⁾

O aparelho 3DX Accuitomo® (J Morita Mfg Corp, Japão) proporcionou estimativas mais exatas da profundidade da lesão em relação às imagens intra orais, indicando que a TCFC poderá ser utilizada na monitorização de pequenas lesões de cárie.⁽³⁸⁾

O aparelho 3G NewTom® (Quantitative Radiology, Itália) apresentou uma menor exatidão no diagnóstico da deteção de lesões de cárie em relação às radiografias intra orais e ao aparelho 3DX Accuitomo® (J Morita Mfg Corp, Japão). Por outro lado o aparelho 3DX Accuitomo® (J Morita Mfg Corp, Japão) apresentou uma sensibilidade superior à das radiografias intra orais para a deteção de lesões em dentina, mas no cômputo geral não é mais sensível do que as radiografias intra orais.⁽³⁸⁾

Um estudo de comparação entre 5 modalidades de imagiologia e que incluiu 2 aparelhos de TCFC, concluiu que as unidades de TCFC obtiveram uma performance semelhante entre si, apresentando melhores resultados na medição de profundidade de cárie oclusal do que as modalidades intra orais.⁽³⁹⁾

Um estudo efetuado *in vitro* que visava comparar a TCFC com métodos radiológicos intra orais no que concerne o diagnóstico de cáries proximais concluiu que não existem diferenças significativas entre os diferentes métodos.⁽⁴⁰⁾

Apesar de alguns estudos indicarem vantagens na utilização da TCFC no diagnóstico de cáries não existe ainda um consenso, atendendo ao fato das condições dos estudos efetuados não serem standardizadas e incidirem em estudos *in vitro*.⁽⁴¹⁾

Discussão

É preciso considerar-se que sobre esta tecnologia, visto ser tão recente, não existem muitos estudos. Logo, algumas inferências obtidas nos estudos existentes poderão ser colocadas em causa. É aconselhável a realização de mais estudos para comprovar a precisão e exatidão deste exame.

Os exames radiográficos convencionais continuam a ser a primeira opção do profissional para diagnóstico e planeamento dado o seu baixo custo e facilidades de execução e interpretação.

A Tomografia Computorizada de Feixe Cónico (TCFC) apresenta em relação à radiografia convencional (radiografias periapicais e ortopantomografia) várias desvantagens. A TCFC é não só mais onerosa como também implica uma maior quantidade de radiação para o paciente.⁽⁵⁾ É por isso importante que o Médico Dentista estude criteriosamente cada caso para verificar o proveito que o recurso à TCFC pode trazer, bem como o custo-benefício do exame e a escolha do protocolo adequado.

Apesar de a grande barreira para a disseminação deste exame continuar a ser o preço é expectável que, à medida que o preço desça, a TCFC seja cada vez mais utilizada.⁽⁵⁾ É igualmente expectável o desenvolvimento de aparelhos compactos porque o espaço na clínica é limitado. Espera-se igualmente que o software e hardware do aparelho também se desenvolvam permitindo possivelmente a criação de novas funcionalidades e aplicações.

A formação do profissional de saúde para saber operar corretamente o aparelho é igualmente relevante no sentido de permitir otimizar as potencialidades da TCFC.⁽⁴²⁾

É importante que os alunos de medicina dentária tenham acesso ao aparelho de TCFC durante o seu percurso académico e que o ensino do seu correto manuseamento esteja incluído no seu curriculum imagiológico.⁽⁴²⁾

A TCFC permite uma maior exatidão no planeamento de intervenções cirúrgicas, pois permite a visualização das estruturas em 3D, eliminando as falhas de visualização bidimensionais, obtidas pelas radiografias convencionais.⁽²⁾ Logo possibilita um diagnóstico e elaboração de plano de tratamento eficientes, concorrendo para o sucesso do tratamento.

Conclusões

É expectável que a TCFC evolua no sentido de colmatar as suas falhas, melhorar as aplicações existentes e incluir novas aplicações.

A disseminação da TCFC no consultório dentário apresenta como grande barreira o elevado custo do aparelho.

A tendência de evolução será a utilização da TCFC em substituição da tomografia convencional.

O recurso à TCFC permitirá a obtenção de um diagnóstico e consequente plano de tratamento mais eficazes.

Referências Bibliográficas

1. Scharfe WC , Farman AF. Cone beam computed tomography: A paradigm shift for clinical dentistry. *Australasian Dental Practice*. 2007, 102-110
2. Almeida CM , Mondelli RFL, Bullen IRFR, Ishikiriama SK. Aplicações Clínicas do CBCT em Odontologia. *Revista Odontologia Clínico Científica*. 2011,455-458
3. Hatcher DC. Operational Principles for Cone-Beam Computed Tomography. *JADA*. 2010; 141
4. Correia F, Salgado A. Tomografia computadorizada de feixe cônico e a sua aplicação em Medicina Dentária. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. 2012; 53(1):47-52.
5. Howerton WB J, Mora MA. Advancements in Digital Imaging: What Is New and on the Horizon?. *Jada*. 2008; 139:20-24.
6. Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, Schtyser F, Suetens P, Steenberghe DV. State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Invest*. 2006; 10:1-7.
7. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. *Journal Of Endodontics*. 2007; 33(9)
8. Durack C , Patel S. Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Braz Dent J*. 2012 23(3):179-91.
9. Garib DG, Raymundo RJ, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2007; 12(2)
10. Mah JK , Huang JC , Choo H. Pratical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Orthodontics. *Jada* 2010; 141
11. Worthington P, Rubenstein J, Hatcher DC. The Role of Cone-Beam Computed Tomography in the Planning of Implants. *Jada*. 2010; 141:19-24
12. Miracle AC, Mukherji SK.. Conebeam CT of the Head and Neck, Part 1: Physical Principles. *AJNR Am J Neuroradiology*. 2009; 30
13. Dawood A, Sauret-Jackson V, Patel S , Darwood A. A novel alignment device for cone beam computed tomography: principle and application. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2010; 39: 375–82.

14. Kau CH, Richmond S , Palomo JM , Hans MG. Current Products and Practice Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *Journal of Orthodontics*. 2005; 32: 282–93.
15. Neves FS, Freitas DQ, Campos PSF, Almeida SM, Haiter-Neto F. In vitro comparison of cone beam computed tomography with different voxel sizes for detection of simulated external root resorption. *Journal of Oral Science*,. 2012; 54,(3): 219-25.
16. Lorenzoni DC, Bolognese AM, Garib DG, Guedes FR, Sant’Anna EF. Cone-Beam Computed Tomography and Radiographs in Dentistry: Aspects Related to Radiation Dose. *International Journal of Dentistry*. 2012; 2012:10.
17. Roberts JA, Drage NA, Davies J, Thomas DW. Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *The British Journal of Radiology*. 2009 (82):35–40.
18. Miracle AC, Mukherji SK. Conebeam CT of the Head and Neck, Part 2: Clinical Applications. *AJNR Am J Neuroradiology*. 2009; 30:1285-92.
19. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice. *J Can Dent Assoc*. 2006; 72(1):75-80.
20. Suomalainen A , Vehmes T , Kortensniemi M , Robinson S , Peltola J . Accuracy of linear measurements using dental cone beam and convencional multislice computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2008; 37:10-17.
21. Dawood A, Brown J, Sauret-Jackson V , Purkayastha S. Optimization of cone beam CT exposure for pre-surgical evaluation of the implant site. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012; 41:70–74.
22. Al-Ekrish AA , Ekram M. A comparative study of the accuracy and reliability of multidetector computed tomography and cone beam computed tomography in the assessment of dental implant site dimensions. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011 40:67–75.
23. Madhav VNV. Cone Beam Computed Tomography In Implantology. *Indian Journal of Dental Sciences*. 2011; 3(5)
24. Mohan R, Singh A, Gundappa M. Three-dimensional imaging in periodontal diagnosis – Utilization of cone beam computed tomography. *J Indian Soc Periodontol*. 2011 15(1):11–17.
25. Vasconcelos K.F. ; Evangelista K.M.; Rodrigues CD; Estrela C; Sousa T.O.; Silva M. Detection of periodontal bone loss using cone beam CT and intraoral radiography. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012(41): 64–69.

26. Yu X, Guo B, Li KZ, Zhang R, Tian YY, Wang H, Hu T . Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of mandibular premolars in a western Chinese population. *BMC Medical Imaging*. 2012 12:18.
27. Abraham D, Bahuguna N, Manan R. Use of CBCT in the Successful Management of Endodontic Cases. *Journal of Clinical Imaging Science*. 2012; 2:50.
28. Wang P, Yan XB, Lui DG, Zhang WL, Zhang Y ,Ma XC. Detection of dental root fractures by using cone-beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011 40:290–98.
29. Kajan ZD, Taromsari M. Value of cone beam CT in detection of dental root fractures. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012 41:3–10.
30. Kambungton J, Janhom A, Prapayasatok S , Pongsiriwet S. Assessment of vertical root fractures using three imaging modalities: cone beam CT, intraoral digital radiography and film. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012 41:91–95.
31. Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, Willems G. Comparison of two cone beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption. *European Journal of Orthodontics*. 2011 33: 93–102.
32. Koçak-Berberoglu H, Çakarar S , Brkić A, Gürkan-Koseoglu B, Altuğ-Aydil B, Keskin C. Three-dimensional cone-beam computed tomography for diagnosis of keratocystic odontogenic tumours; Evaluation of four cases. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012 17(6):1000-05.
33. Lauber R, Bornstein MM, Arx TV. Cone Beam Computed Tomography in Mandibular Molars Referred for Apical Surgery. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2012(122):12-18.
34. Kabashima H, Mizobe K, Sakai T, Nakamuta H, Kurita K, Terada Y. The usefulness of three-dimensional imaging for prognostication in cases of intentional tooth replantation. *Journal of Oral Science*. 2012; 54,(4): 355-58.
35. Abdel-Wahed N, Amer ME, Abo-Taleb NSM. Assessment of the role of cone beam computed sialography in diagnosing salivary gland lesions. *Imaging Science in Dentistry*. 2013(43):17-23.
36. Pontual MLA, Freire JSL, Barbosa JMN, Frazão MAG, Anjos Pontual AA, Silveira MMF. Evaluation of bone changes in the temporomandibular joint using cone beam CT. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2012(41):24–29.

37. Alkhader M, Kuribayashi A, Ohbayashi N, Nakamura S ,Kurabayashi T. Usefulness of cone beam computed tomography in temporomandibular joints with soft tissue pathology. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2010(39): 343–48.
38. Haiter-Neto F. ; Wenzel A. ; Gotfredsen E. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography scans compared with intraoral image modalities for detection of caries lesion. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2008(37):18-22.
39. Kamburoğlu K, Kurt H, Kolsuz E, Öztaş B, Tatar I, Çelik HH. Occlusal Caries Depth Measurements Obtained by Five Different Imaging Modalities. *J Digit Imaging* 2010(24):804–13.
40. Senel B, Kamburoglu K., Uçok O, Yuksel SP, Ozen T, Avsever H. Diagnostic accuracy of different imaging modalities in detection of proximal caries. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2010 39: 501–11.
41. Park YS, Ahn JS, Kwon HB, Lee SP. Current status of dental caries diagnosis using cone beam computed tomography. *Imaging Science in Dentistry* 2011 41:43-51.
42. Kamburoglu K, Kursun S, Akarslan ZZ. Dental students' knowledge and attitudes towards cone beam computed tomography in Turkey. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011 40:439–43.